ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 AVRIL 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Calcul de la contraction inférieure de la nappe sur un déversoir en mince paroi et de hauteur modérée, à nappe libre, armé à sa partie supérieure d'une plaque horizontale rejetant vers l'amont les filets fluides inférieurs*. Note de M. **J. Boussinesq**.

I. Quand le déversoir [1], supposé toujours en mince paroi et sans contraction latérale, n'a plus assez de hauteur pour rendre tout à fait négligeables les vitesses en amont du barrage, là où l'élévation du niveau au-dessus du seuil est la hauteur de charge h et où la profondeur d'eau totale, que nous appellerons H, excède de h la hauteur du déversoir, ces vitesses d'amont, que nous désignerons par W à la distance Z du fond, et dont U sera la moyenne, accroissent la charge h de chaque filet de la quantité $\frac{W^2}{2g}$, de l'ordre de $\frac{U^2}{2g}$, ou, par suite, dans une proportion croissante du fond à la surface et comparable à $\frac{U^2}{2gh}$. Aussi n'en résulte-t-il qu'une altération relative de cet ordre de petitesse, pour une des équations qui ont conduit à l'expression du coefficient m de débit, savoir celle qui est notée (1) dans ma dernière Note.

Mais l'équation suivante (2), déduite de l'application du principe des quantités de mouvement, durant un instant dt, à la masse liquide comprise entre la section amont, de profondeur H, et la section contractée, éprou-

---

(1) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 668.

vera une altération beaucoup plus grande. Car il faudra y tenir compte, en premier lieu, de la quantité de mouvement, $\rho\,dt\int_0^H W^2\,dZ$, apportée, *sur toute la hauteur* H, par le fluide qui, durant dt, traverse cette section d'amont. Et, d'autre part, si W_0 désigne la vitesse primitive W pour les filets fluides inférieurs ou pour $Z = 0$, la contre-pression qu'exerce la face antérieure du barrage, *sur toute sa hauteur* $H - h$, sera accrue, approximativement, de $\frac{\rho W_0^2}{2}(H - h)$. En effet, la couche liquide contiguë à cette face et rendue à très peu près stagnante par la large armature la recouvrant (braquée vers l'amont), provient des filets inférieurs; de sorte que la perte de leur vitesse initiale W_0 y entraîne à chaque niveau l'accroissement de pression $\rho g \frac{W_0^2}{2g}$ ou $\rho \frac{W_0^2}{2}$ en vertu du principe de D. Bernoulli, si on l'applique à ces filets.

Il est vrai que leur épanouissement amène un développement notable de frottements intérieurs, avec pertes de charge sensibles, comme celles que permet d'évaluer en gros pour tout un courant le principe de Borda. Mais le calcul de ces pertes de charge, dans l'état actuel de l'Hydraulique, serait impossible pour les filets dont il s'agit; et comme, en somme, l'hypothèse de la fluidité parfaite a donné partout ailleurs des résultats approchés dans cette question des déversoirs, pour les portions de liquide situées à l'amont de la section contractée, nous continuerons à l'admettre.

Ainsi, la pression d'aval en amont exercée sur le fluide, multipliée par dt, retranchera de la quantité de mouvement à adjoindre, $\rho\,dt\int_0^H W^2\,dZ$, le terme $\rho\,dt\frac{W_0^2}{2}(H - h)$, réductible à $\rho\,dt\frac{W_0^2}{2}H$ (vu la petitesse de h devant H). C'est le quotient par $\frac{1}{2}\rho g h^2\,dt$ de cette expression totale, $\rho\,dt\left(\int_0^H W^2\,dZ - \frac{W_0^2}{2}H\right)$, qui s'ajoutera au second membre de l'équation rappelée (2). Celle-ci, où l'on pourra d'ailleurs remplacer $\varkappa$ par k et C par c, puisque le déversoir dont il s'agit ici est justement le déversoir avec armature, deviendra

$$(1) \qquad (1 - c)^2(1 + k)^3(1 - k) = 1 + \frac{1}{gh^2}\left(2\int_0^H W^2\,dZ - W_0^2 H\right).$$

II. On peut admettre avec quelque approximation, pour le mode de distribution des vitesses initiales W aux diverses hauteurs Z, la loi parabo-

lique du second degré

$$(2)\qquad W = U\left[1 + a - 3a\left(\frac{H-Z}{H}\right)^2\right],$$

où a désigne l'excédent, sur l'unité, du rapport de la vitesse de superficie à la vitesse moyenne U et recevra, dans les canaux d'expériences (en ciment lissé), sur le remous de gonflement occasionné par le barrage, des valeurs comme $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{4}$ (peut-être même $\frac{1}{3}$ pour les barrages les plus hauts). Alors, en effectuant dans (1) le calcul du second membre, puis résolvant par rapport à $1-c$, il vient sensiblement

$$(3)\qquad 1 - c = (1+k)^{-\frac{3}{2}}(1-k)^{-\frac{1}{2}}\left[1 + \left(1 + 4a - \frac{12}{5}a^2\right)\frac{H}{h}\,\frac{U^2}{2gh}\right].$$

On voit que le facteur $\frac{H}{h}$, dans le terme correctif du second membre, élève l'ordre de grandeur de ce terme ou le rend très supérieur aux termes de l'ordre de $\frac{U^2}{2gh}$; de sorte que l'on pourra, tout en tenant compte de celui-là, laisser à l'équation (1) de ma dernière Note sa forme simple, qui est

$$(4)\qquad m = k(1+k)\left(\log\frac{1}{k}\right)(1-c)^{\frac{3}{2}}.$$

III. Quand le niveau d'aval s'est abaissé au point de rendre l'écoulement, sur le déversoir, *voisin* de son état constant, on peut, sans altérer d'une manière appréciable le *petit* terme correctif entre crochets de (3), y évaluer U comme si le débit HU était celui de l'état constant et se trouvait fourni par un déversoir de hauteur infinie. Or ce débit se calcule en réduisant, dans (3), à l'unité le terme entre crochets, et en rendant alors maximum l'expression (4) de m après élimination de $1-c$ par (3), c'est-à-dire l'expression

$$(5)\qquad k(1+k)^{-\frac{5}{4}}(1-k)^{-\frac{3}{4}}\left(\log\frac{1}{k}\right).$$

On trouve ainsi que le maximum correspond à $k = 0{,}4332$ et égale $0{,}3538$. Appelons-le, pour abréger, m_0 : l'on aura $UH = m_0 h\sqrt{2gh}$; et la formule (3) deviendra, par la substitution de $\frac{2g m_0^2 h^3}{H^2}$ à U^2,

$$(6)\qquad 1 - c = (1+k)^{-\frac{3}{2}}(1-k)^{-\frac{1}{2}}\left[1 + \left(1 + 4a - \frac{12}{5}a^2\right)m_0^2\frac{h}{H}\right].$$

Le facteur entre crochets ne dépend plus du rapport K de l'altitude h' du niveau sur la section contractée à l'altitude h d'amont, rapport dont k est fonction; et il n'a pas à varier dans le calcul du maximum qui fait connaître l'état constant de l'écoulement sur le déversoir. Ce maximum correspondra donc toujours à celui de l'expression (5); de sorte que l'on aura encore $k = 0{,}4332$. Et, alors, vu $m_0 = 0{,}3538$, la relation (6) donnera, comme formule de la contraction inférieure c,

$$(7) \qquad c = 0{,}2259 - 0{,}0969\left(1 + 4a - \frac{12}{5}a^2\right)\frac{h}{\mathrm{H}}.$$

IV. Appliquons-la aux expériences de M. Bazin, résumées dans le Tableau de la page 31 de son deuxième article *Sur l'écoulement en déversoir* (*Annales des Ponts et Chaussées*, janvier 1890). D'après la manière dont les débits se trouvaient influencés, en moyenne, par les petites vitesses d'amont, le paramètre a ne devait pas s'y éloigner beaucoup de $\frac{1}{4}$, valeur qui achève de particulariser la formule (7) :

$$(8) \qquad c = 0{,}226 - 0{,}179\frac{h}{\mathrm{H}}.$$

Et d'abord, la hauteur du déversoir étant $1^{m},135$ (ou H égalant $1^{m},135 + h$), l'observation a donné, pour les charges,

$h = 0^{m},25$ $\quad 0^{m},32$ $\quad 0^{m},375$ (en moy.) $\quad 0^{m},40$ (en moy.) $\quad 0^{m},42$ (en moy.),

et avec des crêtes munies d'armatures à peu près suffisantes, bien que de largeur et même de forme variables,

$c = 0{,}188$ $\quad 0{,}175$ $\quad 0{,}176$ $\quad 0{,}169$ $\quad 0{,}170$.

Les valeurs théoriques, légèrement supérieures aux valeurs expérimentales, seraient, d'après (8),

$c = 0{,}194$ $\quad 0{,}187$ $\quad 0{,}182$ $\quad 0{,}179$ $\quad 0{,}178$.

On atténuerait beaucoup les écarts en portant a à $\frac{1}{3}$, valeur vraisemblable pour ce barrage, qui produisait les remous les plus élevés.

Trois autres expériences, où le déversoir avait $0^{m},93$ de hauteur, ont donné, pour des charges valant en moyenne $0^{m},565$ et $0^{m},63$, $c = 0{,}158$ et $c = 0{,}154$, c'est-à-dire, identiquement, ce qu'indique la formule (8), où il y a lieu de faire $\mathrm{H} = 0^{m},93 + h$.

Enfin, pour trois dernières observations, sur un déversoir de $0^{m},35$ seu-

lement de hauteur, et avec les charges $h = 0^m,30$, $0^m,34$, $0^m,39$, M. Bazin a trouvé $c = 0,143$, $0,125$, $0,117$, tandis que le calcul de (8) donne 0,143, 0,138, 0,132. Dans les deux derniers cas, le rapport $\frac{h}{H}$ avait les valeurs énormes 0,493 et 0,527, excédant sans doute les limites d'applicabilité de la formule.

Sur les déversoirs sans armature, la contraction inférieure paraît dépendre beaucoup moins de la hauteur du barrage.

M. **Lœwy** présente le *XVIIIe Bulletin chronométrique de l'Observatoire de Besançon*. Ce Bulletin rend compte de tous les perfectionnements introduits dans l'étude des montres et chronomètres déposés à l'Observatoire de Besançon et les heureux résultats obtenus dans cette voie pendant l'année 1905-1906. On y trouve en outre une série de Mémoires, dus à l'initiative du Directeur et de ses collaborateurs et traitant de divers sujets d'une importante actualité.

M. **Ed.-El. Colin** fait hommage à l'Académie du XVIe Volume des *Observations météorologiques faites à Tananarive*.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie impériale militaire de Médecine de Saint-Pétersbourg** adresse à l'Académie l'expression de sa profonde sympathie à l'occasion de la mort de M. *Berthelot*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

L'*Observatoire de Tananarive* (1889-1906), par Pierre de Vregille. (Adressé par M. Ed.-El. Colin.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension de la méthode de sommation de M. Borel.* Note de M. A. **Buhl**, présentée par M. P. Appell.

Soient $F(z)$ une fonction uniforme et C un cercle ayant l'origine pour centre. Le cercle pourra contenir certaines singularités polaires ou essentielles de $F(z)$.

Considérons l'égalité, qui suppose $|x| < |z|$,

$$(1)\qquad \frac{1}{2i\pi}\int_C \frac{F(z)\,dz}{z-x} = \frac{1}{2i\pi}\int_C F(z)\left(\frac{1}{z}+\frac{x}{z^2}+\frac{x^2}{z^3}+\ldots\right)dz,$$

et posons

$$s_n = \frac{1}{2i\pi}\int_C F(z)\left(\frac{1}{z}+\ldots+\frac{x^n}{z^{n+1}}\right)dz = \frac{1}{2i\pi}\int_C F(z)\,\frac{z^{n+1}-x^{n+1}}{z-x}\,\frac{dz}{z^{n+1}}.$$

Soient maintenant $f(\zeta, \xi, x)$ une fonction de trois variables complexes et Γ un cercle ayant pour centre l'origine du plan des ζ. Pour $|\xi| < |\zeta|$, on aura

$$(2)\qquad \frac{1}{2i\pi}\int_\Gamma \frac{f(\zeta, \xi, x)\,d\zeta}{\zeta-\xi} = \frac{1}{2i\pi}\int_\Gamma f(\zeta, \xi, x)\left(\frac{1}{\zeta}+\frac{\xi}{\zeta^2}+\ldots\right)d\zeta,$$

et nous désignerons par $c_0, c_1, c_2, \ldots$ les termes de la série ainsi obtenue. Considérons d'abord le produit

$$c_n s_n = \left(\frac{1}{2i\pi}\right)^2 \int_C\int_\Gamma F(z)\, f(\zeta, \xi, x)\,\frac{z^{n+1}-x^{n+1}}{z-x}\,\frac{\xi^n\,dz\,d\zeta}{z^{n+1}\zeta^{n+1}},$$

et proposons-nous de faire la somme de toutes ces expressions pour

$$n = 0, 1, 2, \ldots, \infty.$$

En s'appuyant sur l'identité

$$\sum \xi^n \frac{z^{n+1}-x^{n+1}}{\zeta^{n+1} z^{n+1}} = \sum \frac{\xi^n}{\zeta^{n+1}} - x\sum \frac{(\xi x)^n}{(\zeta z)^{n+1}} = \frac{\zeta(z-x)}{(\zeta-\xi)(\zeta z-\xi x)},$$

vraie si $|\xi| < |\zeta|$ et si $|\xi x| < |\zeta z|$, conditions précisément réalisées, il vient

$$(3)\qquad \sum_{n=0}^{n=\infty} c_n s_n = \left(\frac{1}{2i\pi}\right)^2 \int_C\int_\Gamma \frac{F(z)\, f(\zeta, \xi, x)\,dz\,d\zeta}{(\zeta-\xi)\left(z-\frac{\xi x}{\zeta}\right)}.$$

Telle est la formule fondamentale qui contient des résultats remarquables comme cas particuliers.

Supposons d'abord que $F(z)$ n'ait pas de singularités dans C. Alors (1) sera le développement taylorien de $F(x)$ et $\xi x : \zeta$ sera toujours dans C. Donc (2) donne

$$(4) \qquad \sum_{n=0}^{n=\infty} c_n s_n = \frac{1}{2i\pi}\int_1 F\left(\frac{\xi x}{\zeta}\right) f(\zeta, \xi, x)\frac{d\zeta}{\zeta-\xi}.$$

En dehors de C, il faut supposer à F des points singuliers a_k, ce qui donne pour $F\left(\frac{\xi x}{\zeta}\right)$ des points singuliers $\zeta_k = \frac{\xi x}{a_k}$. Or, on peut imaginer que l'on choisisse f, de telle sorte que $F(\xi x : \zeta) f(\zeta, \xi, x)$ soit holomorphe dans Γ. Et alors

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} c_n s_n = f(\zeta, \xi, x) F(x).$$

On peut concevoir que le premier membre de cette égalité soit convergent dans des cas où s_n ne l'est pas. Nous avons alors un mode de représentation de $F(x)$ dans un domaine autre que C, sur la détermination duquel je n'insiste pas ici.

Toute la difficulté est de former les c_n, termes du second membre de (2), car les points singuliers ζ_k de $F\left(\frac{\xi x}{\zeta}\right)$ auront, en général, au moins un point limite qui sera essentiel et il faudra introduire une singularité de même nature dans f. On retrouve la méthode de sommation de M. Borel en faisant tendre ξ vers l'infini dans une direction quelconque. En général, cela rejette les singularités ζ_k également à l'infini et, en intégrant alors le long de Γ dont le rayon devient aussi infini, on peut considérer $F\left(\frac{\xi x}{\zeta}\right)$ comme une fonction entière de ζ. Si f est dans le même cas et si l'on observe que cette fonction ne contient plus alors nécessairement d'autre variable que ζ, on trouve

$$F(x) = \lim_{\xi=\infty} \frac{1}{f(\xi)} \sum_{n=0}^{n=\infty} c_n s_n,$$

ce qui est bien la formule fondamentale que M. Borel place à la base de sa théorie des séries divergentes sommables.

Pour revenir à la question générale, remarquons que le second membre

de (3) pourra toujours être considéré comme égal à $F(x)$ augmenté de résidus dont l'expression finale conduit à des fractions rationnelles mettant en évidence les pôles de F. La formule (3) rattache donc le théorème de M. Mittag-Leffler sur les séries de fractions rationnelles à la théorie des séries sommables due à M. Borel.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la nature du corps retiré de certains alliages riches de nickel et d'étain.* Note [1] de M. **Em. Vigouroux.**

Nous avons soumis les alliages décrits précédemment [2] à des attaques alternées à l'acide azotique chaud et à la potasse caustique en fusion. On termine par un lavage avec le même acide étendu. On isole ainsi le composé NiSn (Ni 33,24; Sn 66,76).

Le premier lingot, titrant 73,64 pour 100 d'étain, est concassé grossièrement puis traité à chaud par une solution d'acide azotique à 25 pour 100. Un peu de nickel entre en solution dès le début; mais, sous peu, il n'en passe que des quantités excessivement faibles. La majeure partie de l'acide métastannique étant éliminée par décantation, on enlève ce qui peut encore souiller le résidu métallique en l'attaquant, au creuset d'argent, à l'aide de la potasse caustique fondue. Trois traitements semblables sont nécessaires pour le départ de la totalité de l'étain libre. Après un dernier lavage dans l'acide azotique étendu, le résidu contient pour 100 : première analyse : Ni 33,45; Sn 66,88; total 100,33; deuxième analyse : Ni 33,37; Sn 66,26; total 99,63.

Le second lingot, au titre de 85,65 pour 100, est soumis au même traitement. L'acide azotique chaud, qui produit d'abord un dégagement de vapeurs rutilantes, ne dissout pas de nickel; ce n'est qu'après désagrégation complète du culot qu'un peu de métal entre en solution. Après trois séries d'actions alternées, à l'acide azotique et à la potasse en fusion, la teneur du culot est descendue à 71,33 pour 100. Par une quatrième, plus énergique encore, avec digestion finale dans l'acide azotique bouillant, opérations qui ont pour effet d'entraîner un peu de nickel en même temps que beaucoup d'étain, la substance résiduelle est amenée à une teneur très voisine de la formule correspondant à NiSn. A partir de cette teneur, de nouvelles attaques ne font plus baisser la proportion d'étain. On trouve alors : première analyse : Ni 33,20; Sn 66,06; total 99,26; deuxième analyse : Ni 33,71; Sn 66,41; total 100,12.

Le troisième lingot, d'une contenance en étain atteignant 92,71 pour 100, ne perd encore que des proportions excessivement faibles de nickel tandis qu'il se dépouille de très grandes quantités d'étain lorsqu'on l'attaque par une solution chaude d'acide azo-

---

[1] Présentée dans la séance du 25 mars 1907.

[2] Em. Vigouroux, *Sur les alliages de nickel et d'étain* (*Comptes rendus*, 18 mars 1907).

tique à une teneur ne dépassant pas 50 pour 100. En réitérant la double action de l'acide et de la potasse et lavant finalement le résidu avec l'acide nitrique étendu, on isole encore un corps répondant sensiblement à la formule NiSn. Trouvé pour 100 : première analyse : Ni 33,97; Sn 66,57; total 100,54; deuxième analyse : Ni 32,79; Sn 66,24; total 99,03.

Propriétés. — La substance NiSn se présente généralement sous la forme d'une poudre cristalline, blanc d'argent, qui montre, au microscope, des facettes brillantes très nettes. Son action est nulle sur l'aiguille aimantée. Sa densité, prise dans la glace fondante, est voisine de 8,44 (moyenne de trois déterminations); sa densité calculée serait 7,93 : la formation de ce corps est donc accompagnée d'une contraction.

Le chlore agit au rouge; il y a formation des deux chlorures. L'oxygène brûle ce corps, encore au rouge, et avec incandescence. La vapeur de soufre, à chaud, transforme facilemeut les deux métaux en sulfures. L'acide chlorhydrique, étendu ou concentré, le dissout complètement; de même l'acide sulfurique; de même l'eau régale. L'acide azotique ne produit qu'un effet nul; ce n'est que par ébullition prolongée que le poids de ce corps peut se trouver sensiblement diminué. Les alcalis, les carbonates et les azotates alcalins en fusion n'effectuent qu'une action très lente. Le chlorate de potassium l'oxyde assez facilement, avant d'atteindre son point de fusion.

Conclusions et remarques. — 1° Certains *bronzes de nickel substitué* au cuivre, contenant de 73,64 à 91,72 pour 100 d'étain, alternativement traités à chaud par l'acide azotique et la potasse caustique, subissent un abaissement graduel de leur teneur en étain (tout en ne se dépouillant sensiblement que de ce dernier) et finissent par atteindre une limite fixe, la même pour tous, très voisine de 66,74 pour 100 et correspondant à la formule NiSn.

2° La substance non magnétique répondant à cette composition et qui présente les caractères d'un composé défini paraît constituer le seul corps le plus chargé en étain susceptible d'être isolé de tout alliage présentant une teneur centésimale comprise entre 66,76 et 100; en d'autres termes, le composé nickel-étain le plus riche contiendrait ces deux métaux alliés dans les proportions respectives de 1 à 2.

Dès 1896, M. H. Gautier (¹) établissait la courbe de fusibilité des alliages

(¹) H. Gautier, *Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 109.

nickel-étain ; en 1901, M. G. Charpy [1] leur attribuait une constitution analogue à celle des alliages cuivre-antimoine. Le premier auteur signale la présence du composé Ni^3Sn^2, non isolé. Ce dernier se rencontrerait donc dans des lingots renfermant des proportions d'étain inférieures à celles qui font l'objet de notre étude.

Bref, s'il n'est pas interdit d'estimer que les formules des corps susceptibles d'être rencontrés dans ces alliages ne représentent que des solutions solides, des eutectiques ou des mélanges isomorphes, il est du moins impossible d'admettre que ces sortes d'états soient le fait de la présence du nickel et de l'étain libres dans ces mêmes alliages. L'expérience suivante suffirait pour faire rejeter une telle hypothèse :

Nous avons préparé un mélange de poudres de nickel et d'étain, dans les proportions respectivement voisines de 1 à 2, et nous l'avons chauffé légèrement au fond d'un tube à essai : à peine l'étain entrait-il en fusion qu'une *vive incandescence* se manifestait ; la totalité de la masse se transformait en un culot complètement fondu, et ce dernier abandonnait rapidement de très brillants cristaux dès qu'on l'attaquait par l'acide azotique chaud. Donc, dans ces sortes de bronzes, le nickel et l'étain existent réellement à l'état de combinaison.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des sels de manganèse sur la fermentation alcoolique*. Note de MM. **E. Kayser** et **H. Marchand**, présentée par M. L. Maquenne,

Dans une Note précédente [2], nous avons montré que l'addition des sels de manganèse à des moûts sucrés, soumis à la fermentation alcoolique, avait pour résultat de favoriser la disparition du sucre et de donner des rendements plus élevés en alcool. Cette addition ne peut évidemment être conseillée pour le jus de raisin, le jus de pomme, le moût de bière ; aussi, nous nous sommes demandé si l'accoutumance des ferments alcooliques aux sels de manganèse ne leur conférait pas de nouvelles propriétés, comme Effront l'a constaté avec les fluorures.

Ensemençons des levures de vin, cidre, bière dans des moûts sucrés additionnés de sulfate de manganèse pendant plusieurs générations, en portant la dose de ce sel de 1 jusqu'à 2, 3, 4 et 6 pour 1000, en même temps que nous renforçons peu à peu la

---

(1) G. Charpy, *Contribution à l'étude des alliages* (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, 1901, p. 137).

(2) *Comptes rendus*, 11 mars 1907.

richesse saccharine des moûts jusqu'à atteindre 28 à 30 pour 100. Désignons les levures ainsi traitées par le signe *bis*. Cultivons la levure non accoutumée et la levure *bis* dans un même moût, sans aucune addition de manganèse.

Eau de touraillons à 27,22 pour 100 *de sucre.*

	Quantités pour 100.				
	Sucre disparu.	Alcool formé.	Acide fixe en acide succinique.	Acide volatil en acide acétique.	Glycérine pour 100 du sucre disparu.
Levure 16.............	18,97	9,5	0,107	0,106	9,48
Levure 16 *bis* (habituée à 0,3 pour 100).....	22,13	11,25	0,101	0,094	8,28
Levure 16 *bis* (habituée à 0,6 pour 100).....	22,97	11,7	0,095	0,076	7,61

L'expérience montre que la levure accoutumée préalablement aux sels de manganèse a conservé quelques-unes des propriétés acquises, la fermentation se déclare plus rapidement, il y a une plus grande disparition de sucre en relation directe avec une plus grande quantité d'alcool formée à mesure que la levure a été habituée à une dose plus élevée de sel de manganèse. L'acidité volatile diminue, il en est de même pour la glycérine; ce dernier fait se reconnaît même à la dégustation. Du moût de raisin a été ensemencé avec les levures 16, 16 *bis*, 73, 73 *bis*, 153, 153 *bis*, les vins obtenus avec 16 *bis*, 73 *bis*, 153 *bis*, étaient bien plus secs que ceux produits par 16, 73 et 153, bien qu'il ne soit plus resté de sucre dans aucun cas. La dose optima du sel de manganèse, à laquelle le ferment alcoolique doit être habitué, varie nécessairement avec la race de levure employée.

Comparons maintenant les levures accoutumées aux sels de manganèse à celles non accoutumées dans un même moût sans et avec addition de manganèse.

Eau de touraillons à 27,49 *pour* 100 *de sucre.*

	Quantités pour 100.			
	Sucre disparu.	Alcool formé.	Acidité fixe en acide succinique.	Acidité volatile en acide acétique.
Levure 16.........................	21,64	10,4	0,119	0,131
Levure 16 +0,1 pour 100 de SO^4Mn.	23,69	11,25	0,130	0,138
Levure 16 +0,3 pour 100 Id....	23,73	11,50	0,141	0,161
Levure 16 +0,5 pour 100 Id....	22,54	10,9	0,147	0,227
Levure 16 *bis*	25,19	12,6	0,194	0,058
Levure 16 *bis* + 0,1 pour 100 de SO^4Mn.	26,01	13,1	0,154	0,102
Levure 16 *bis* + 0,3 pour 100 de SO^4Mn.	25,27	12,6	0,148	0,141
Levure 16 *bis* + 0,5 pour 100 de SO^4Mn.	24,79	12,2	0,175	0,194

L'expérience montre que la levure traitée conserve les propriétés acquises et ceci pendant un certain nombre de générations, malgré la faible quantité de manganèse que la semence peut contenir d'une génération à l'autre. Aussi espérons-nous que cette accoutumance des levures aux sels de manganèse pourra être utilisée dans la fermentation plus complète des jus de raisin riches en sucre en donnant des vins plus à l'abri des ferments de maladies et par conséquent de conservation plus parfaite; elle permettra également au brasseur de se servir de la même race de levure pour obtenir des atténuations plus ou moins élevées selon la saison et la bière qu'il voudra produire.

ZOOLOGIE. — *Branchies rectales chez les larves de* Simulium damnosum *Theob. Adaptation d'une larve de Simulie à la vie dans les ruisseaux de l'Afrique équatoriale.* Note de M. E. Roubaud, présentée par M. E.-L. Bouvier.

S. damnosum Theob., dont nous avons antérieurement signalé l'extension géographique dans toute l'Afrique équatoriale et tropicale [1], est très abondante à Brazzaville à certaines époques. Ses larves et ses nymphes se rencontrent dans les ruisseaux à écoulement rapide qui vont se déverser dans le Stanley Pool. Elles sont fixées aux herbes aquatiques et le plus souvent dissimulées sous les dépôts ferrugineux qui adhèrent à leur substratum.

Ces larves présentent une remarquable particularité d'organisation, qu'on peut envisager comme un fait d'adaptation à la vie dans les eaux des contrées chaudes. Elles sont pourvues de véritables branchies rectales exsertiles, qui s'étalent largement dans l'eau ambiante lorsque la larve est au repos, mais se rétractent rapidement et complètement dès qu'une cause quelconque vient à l'inquiéter.

Entièrement épanoui, cet appareil se montre formé d'une vésicule volumineuse, à parois minces et transparentes, supportant à son extrémité distale trois véritables branchies pennées divergentes, constituées chacune par un axe court, épais et arqué, orné de 12 ou 14 digitations tubuleuses, disposées en gouttière dans toute sa longueur. La vésicule est formée par la paroi du fond du cloaque, dévaginée à l'extérieur et gonflée sous la pression des liquides internes. Les branchies sont des expansions creuses de cette paroi; l'orifice anal proprement dit s'ouvre à leur base.

---

(1) E. Roubaud, *Sur deux types intéressants de Simuliides de l'Afrique équatoriale et des Nouvelles-Hébrides* (*Bull. du Muséum*, 1906, p. 140).

L'ensemble de l'appareil constitue un panache à trois branches, à la région postéro-dorsale du corps, s'étalant normalement à lui et dépassant aisément sa largeur. Des trachées se ramifient dans la paroi de la vésicule, fournissant un réseau compliqué dans l'axe même des branchies d'où partent des filaments très fins, qui parcourent chacune des digitations branchiales, jusqu'à son extrémité cæcale. Enfin des muscles réfracteurs s'insèrent à la partie interne de la vésicule cloacale, servant à rétracter tout l'appareil. La dévagination et l'étalement sont déterminés par la pression sanguine, qui établit la turgescence de tout le système dont les diverses parties communiquent librement entre elles.

Tandis que, chez la plupart des espèces vivant dans les régions froides ou tempérées, c'est à peine si l'on peut attribuer une valeur physiologique d'appareil respiratoire à quelques courts appendices tubuleux situés à la région postérieure du corps, chez *S. damnosum* au contraire, l'appareil branchial acquiert une importance fonctionnelle indiscutable : il supplée à l'insuffisance de l'hématose cutanée et permet ainsi d'expliquer la distribution géographique de cette espèce, qui se rencontre aussi bien en Guinée qu'au Congo et dans l'Afrique équatoriale anglaise. C'est sans doute grâce à cette particularité d'organisation que seule, dans l'état actuel de nos connaissances, cette Simulie parvient à vivre dans les régions très chaudes de l'Afrique centrale.

Les nymphes de *S. damnosum* sont abritées dans des coques en cornet du type normal. Elles possèdent huit filaments respiratoires, émanés de trois troncs principaux dont l'externe et l'interne sont bifurqués une fois ; le tronc médian l'est deux fois à deux niveaux différents. Il ne nous a point encore été loisible d'apprécier la durée totale de la vie larvaire et des métamorphoses de cette remarquable espèce. Mais elle doit être assez longue, car depuis plus d'un mois les adultes, extrêmement abondants lors de notre arrivée à Brazzaville, et qui constituaient de véritables essaims autour des jambes des indigènes atteints de la maladie du sommeil, ont totalement disparu.

MÉDECINE. — *Sur l'activité néphro-poïétique du sang et du rein au cours des régénérations rénales*. Note de MM. **P. Carnot** et **A. Lelièvre**, présentée par M. d'Arsonval.

La présente Note généralise au rein nos recherches antérieures (¹) sur la rénovation du sang : nous avions montré, avec Mlle Deflandre, qu'après une saignée, et pendant la crise hématique de régénération consécutive, le sang et la moelle osseuse acquièrent une activité hémo-poïétique telle que leur administration à des animaux neufs provoque, chez ces derniers, une hyperglobulie considérable. Des phénomènes correspondants se passent au cours des différentes régénérations d'organes (²), et notamment au niveau du rein.

La méthode que nous avons suivie consiste à provoquer, au niveau du rein, un processus régénératif intense, à prélever alors le sang d'une part, l'organe en régénération d'autre part, et à étudier les effets qu'ils produisent chez des animaux neufs.

Pratiquement, l'hyperplasie régénératrice du rein était provoquée, de la façon la moins complexe, à la suite d'une néphrectomie unilatérale : il se produit alors, principalement dans les trois premières semaines, une hypertrophie compensatrice du rein restant, variable d'intensité suivant l'espèce animale et le sujet en expérience, et qui peut aboutir, très rapidement, à la restitution intégrale du poids de parenchyme rénal primitif. L'examen histologique montre alors des signes non douteux de prolifération épithéliale (augmentation numérique des cellules tubulaires et même glomérulaires; nombreux noyaux multiples; divisions directes fréquentes; karyokinèses plus rares, etc.).

Le sérum de ces animaux et le parenchyme rénal hyperplasié, recueillis après des délais variables, et généralement au cours de la deuxième ou de la troisième semaine, étaient injectés à des animaux neufs : l'ingestion donne, d'ailleurs, les mêmes résultats. Nous n'avons pas observé, jusqu'ici, de spécificité zoologique bien nette : le cobaye ou le lapin, par exemple, étant sensibles à leur propre extrait rénal aussi bien qu'à celui du chien.

Cette administration ne provoque aucun trouble fonctionnel notable, du côté des urines notamment. Les animaux sont ensuite sacrifiés en séries, après des temps variables.

Les constatations anatomiques que l'on peut faire alors sont principalement d'ordre histologique. En effet, si, macroscopiquement, les reins paraissent parfois manifeste-

---

(¹) *Comptes rendus*, 27 août et 17 septembre 1906.
(²) *C. R. Soc. Biol.*, 3 novembre 1906.

ment augmentés de volume et de poids, on n'a cependant aucun repère sérieux pour apprécier ces modifications, étant données les variations individuelles, assez considérables, du poids des reins. Il est facile, au contraire, de constater une prolifération épithéliale intense, plus considérable, d'ailleurs, avec l'extrait rénal qu'avec le sérum, et qui porte, à la fois, sur les glomérules, les tubes contournés et les tubes vecteurs.

Les *glomérules* sont nombreux, plus volumineux qu'à l'état normal : ils contiennent un nombre anormal de noyaux. On y trouve souvent des figures de division directe, plus rarement des karyokinèses.

Enfin, on constate parfois des figures curieuses sur lesquelles nous reviendrons et qui semblent avoir la signification de néoformations glomérulaires.

Les *tubes contournés* présentent une prolifération plus considérable encore : il y a manifestement augmentation du nombre des cellules : celles-ci se tassent, se bousculent, parfois étirées et refoulées vers la lumière centrale. Certains tubes sont tapissés de plusieurs rangs de cellules vivaces. D'autres sont bourrés, à leur intérieur, de cellules tassées en boyaux multinucléés. D'autres fois, la lumière cellulaire est divisée en alvéoles polygonales par des tractus très fins, à peine colorés. Beaucoup de cellules ont des noyaux doubles; quelques-unes ont des noyaux triples, quadruples ou même quintuples. Les figures de division directe sont fréquentes; au contraire, nous n'avons pas encore observé de karyokinèse dans les tubes contournés.

La division directe se fait indifféremment par juxtaposition des noyaux, dans le sens transversal, ou par superposition, dans le sens radial.

Les *tubes vecteurs* sont également le siège d'une prolifération très importante : les cellules y sont tassées, les noyaux multiples fréquents, ainsi que les images de division, surtout par voie directe; les karyokinèses s'observent à différents stades, tout en étant beaucoup plus rares que les divisions directes.

Il n'y a, entre les différents tubes, aucune inflammation interstitielle, aucun amas leucocytaire, aucune sclérose.

Le processus hyperplasique est donc évident, d'une importance considérable, et n'affecte que les éléments épithéliaux du rein.

De ces faits on peut conclure qu'au cours des régénérations rénales il existe, dans le sang circulant et, plus abondamment encore, dans la glande régénérée, un excitant de la prolifération cellulaire rénale, capable de provoquer cette même prolifération chez des animaux neufs.

Cette substance, que l'on peut dénommer provisoirement *néphro-poïétine,* doit exister en faible quantité à l'état normal : car le rein se régénère constamment. Mais elle existe en beaucoup plus grande abondance lorsque l'organe prolifère activement : nous avons constaté, notamment, qu'elle existe en abondance dans le rein fœtal, au cours de la prolifération embryonnaire.

Ces données physiologiques paraissent susceptibles d'applications thérapeutiques : l'injection de sérum néphro-poïétique d'une part, l'ingestion

d'extrait provenant de l'organe en régénération ou de l'organe embryonnaire d'autre part, ont provoqué notamment, chez certains malades, la cessation d'albuminuries intenses et tenaces, après un délai de 10 à 15 jours nécessaire à l'hyperplasie régénératrice du rein.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'évolution du carbone, de l'eau et des cendres, en fonction de l'âge, chez les plantes.* Note (¹) de M. J. TRIBOT, présentée par M. Alfred Giard.

La plante que nous avons observée est l'orge que l'on avait ensemencée dans des pots en terre, placés sous un hangar, de telle sorte qu'ils ne recevaient que la lumière diffuse.

Au début des expériences faites à Asnières, fin avril 1906, tous les pots à ensemencer furent remplis avec une même terre, aussi homogène et aussi comparable que possible de composition.

Les tailles, que l'on trouvera dans le Tableau ci-joint, représentent la moyenne de 10 échantillons de même âge; il en est de même pour les teneurs en carbone et en cendres, les analyses ayant toujours été faites sur le mélange de 10 échantillons, pulvérisés après dessiccation.

1° Pour la taille on relève, conformément à des résultats antérieurs (²), un maximum vers le 74ᵉ jour, la valeur absolue de ce maximum ayant été un peu accrue par les conditions particulièrement favorables du milieu à ce moment;

2° On constate, à partir d'un maximum, une déshydratation lente, mais certaine et une déminéralisation également lente, mais moins notable : ce dernier fait concordant avec les résultats de nos précédentes analyses sur l'évolution de la teneur des os en matières minérales (³).

La variation des pourcentages des cendres dépendant non seulement de l'âge mais aussi de la composition, nécessairement un peu variable, de la terre, nous avons calculé, pour éliminer l'influence du milieu, le rapport entre les pourcentages des cendres de la plante et de celles de la terre.

(¹) Présentée dans la séance du 18 mars 1907.

(²) STEFANOWSKA, *Comptes rendus*, 9 octobre et 27 novembre 1905.

(³) CHARLES HENRY, *Sur l'évolution de l'opacité des os, aux rayons Röntgen, en fonction de l'âge* (1ᵉʳ *Congrès international d'Hygiène alimentaire*. Paris, octobre 1906).

			Plante.			Terre.		Rapports entre les cendres de la plante et celles de la terre.
Numéros d'ordre.	Age en jours.	Taille de la tige.	H^2O sur 100 parties de plante.	Carbone sur 100 parties de tiges sèches.	Cendres sur 100 parties de tiges sèches.	Carbone sur 100 parties de terre sèche.	Cendres sur 100 parties de terre sèche.	
		mm						
57.....	18	103,9	89,67	23,550	16,000	2,245	93,602	0,170
58.....	20	106,5	90,22	32,147	16,842	1,982	95,476	0,176
59.....	22	132,4	90,16	28,529	16,666	1,130	89,090	0,187
60.....	25	152,5	91,03	32,086	25,899	2,333	94,270	0,275
61.....	27	168,9	92,20	29,702	18,439	2,272	94,158	0,195
62.....	29	184,9	90,92	21,752	20,500	2,153	94,490	0,217
63.....	32	218,8	91,37	29,995	21,028	2,174	94,292	0,224
64.....	34	227,0	?	?	?	1,760	94,409	?
65.....	36	268,8	90,02	32,052	18,587	2,999	94,189	0,198
66.....	39	284,5	90,21	33,031	23,745	2,260	93,401	0,254
67.....	41	244,4	89,19	32,633	18,644	2,493	94,260	0,198
68.....	43	240,4	88,96	34,237	20,414	2,936	93,393	0,219
69.....	45	263,0	88,69	?	?	3,032	91,861	?
70.....	49	270,4	90,33	22,090	20,873	2,941	92,230	0,226
71.....	55	338,5	91,22	27,896	18,129	2,563	92,689	0,195
72.....	58	434,6	89,15	31,817	20,567	2,547	93,903	0,218
73.....	64	416,0	87,25	30,468	15,890	2,351	93,950	0,169
74.....	74	650,0	86,07	30,686	18,181	2,335	93,719	0,194
75.....	76	545,5	85,92	30,168	15,934	3,464	93,222	0,171
76.....	83	555,0	78,94	31,051	18,556	3,185	93,705	0,198
77.....	87	500,4	79,02	29,833	18,554	2,912	94,616	0,196
78.....	92	500,0	77,04	29,090	19,466	4,231	92,412	0,210
79.....	96	390,8	79,59	33,295	15,632	2,820	93,840	0,166

Comme il ressort de la dernière colonne du Tableau, ce rapport augmente très vite au premier âge de la plante, puis moins vite, passe par un maximum entre le quarantième et le cinquantième jour, pour diminuer lentement et progressivement vers la fin de la vie.

3° La comparaison des pourcentages du carbone de la plante et de celui de la terre montre qu'il n'y a aucune relation entre ces deux quantités, le carbone de la terre restant sensiblement constant dans les conditions de nos expériences, celui de la plante variant et accusant un maximum qui coïncide à peu près avec celui des cendres. On pouvait s'attendre à ce résultat, la fixation du carbone étant due à la fonction chlorophylienne.

Les présentes recherches doivent être considérées comme des préliminaires à une étude de l'évolution de la quantité qu'Ernest Solvay a dé-

signée par $\frac{E_F}{E_C}$, E_F représentant l'énergie fixée par la plante et donnée par les chaleurs de combustion, E_C se réduisant, d'après les conclusions du présent travail, à l'énergie calorifique et lumineuse.

SISMOLOGIE. — *Sur quelques constantes sismiques déduites du tremblement de terre du 4 avril* 1904. Note de M. E. **Oddone**, présentée par M. Bigourdan.

Dans une Note antérieure ([1]) nous avons montré que, lors du tremblement de terre du 4 avril 1904, il s'est produit certaines secousses atténuées quand les premières vibrations préliminaires d'une secousse antérieure plus violente avaient parcouru le chemin direct aux antipodes, aller et retour.

On peut de même trouver trace des retours des secondes vibrations préliminaires produites par les secousses I et III; en effet, le choc VII s'est produit 64 minutes après le choc I, et de même le choc IX s'est produit 64 minutes après le choc III : les secousses VII et IX se sont donc produites au retour des secondes vibrations préliminaires produites par les chocs I et III.

Ainsi les premières et secondes vibrations préliminaires ont mis respectivement 33 et 64 minutes à parcourir deux fois le diamètre terrestre : c'est la première fois qu'on a pu déterminer ces constantes, et il est étrange que cela ait été fait avec un macrosisme plutôt qu'avec des microsismes.

Ces constantes se rapportent aux réflexions qui se sont produites à l'antipode; mais il semble qu'il peut se produire également d'autres réflexions. Si, en effet, on compare les secousses indiquées précédemment, ou si on les étudie sur les sismogrammes, ou si enfin on considère les secousses secondaires de tout autre grand tremblement de terre, on trouve toujours des traces de périodicités bien constantes : une des plus simples paraît être celle de 5 à 6 minutes, dont la reproduction donne des périodes apparentes plus complexes de 10 à 12 minutes, de 23 minutes, de 33 minutes. Cela prouverait avec quelle facilité les ondes peuvent se transmettre dans le globe et

([1]) Voir p. 662 de ce Volume. Profitons de l'occasion pour signaler une erreur d'impression qui s'est glissée à cet endroit : p. 662, ligne 6, au lieu de 25^{km^2} à 30^{km^2} il faut lire 25 à 30 mille kilomètres carrés.

avec quelle régularité géométrique elles suivent les lois simples de la réflexion multiple et de l'harmonie.

La connaissance du temps que mettent les ondes sismiques longitudinales à traverser la Terre est importante à plus d'un titre, car elle entre dans les formules obtenues par M. Laskà, en cherchant à vérifier la théorie d'une Terre à noyau central de M. Milne; elle prouve aussi que la vitesse est indépendante de l'intensité du sisme, et elle permet de calculer le module diamétral moyen d'élasticité de la Terre. Enfin, elle permet de démêler dans les sismogrammes les ondes directes et les ondes réfléchies aux antipodes, et par suite de calculer l'absorption sismique de la Terre.

C'est un fait très instructif que les ondes sismiques réfléchies aux antipodes puissent, au retour, donner naissance à une autre secousse; les ondes primitives agissent-elles là comme cause directe ou autrement? c'est sans doute ce que l'avenir nous apprendra. Quoi qu'il en soit, il me semble que désormais on est en droit d'admettre qu'un macrosisme peut en provoquer un autre, de sorte qu'il doit exister une correspondance entre les divers foyers sismiques du monde.

A l'heure actuelle, où se débattent si vivement les problèmes relatifs à la transmission de l'énergie à travers l'éther et la matière, il y a quelque intérêt à noter cette coïncidence, que les ondes sismiques longitudinales mettent, pour parcourir le rayon terrestre, le même temps (8 minutes) qu'emploie la lumière à nous venir du Soleil. D'après cela, en appelant

v la vitesse moyenne de l'énergie dans le globe,
V la vitesse de l'énergie lumineuse dans l'éther,
r et R les rayons respectifs de la Terre et de son orbite,

on peut écrire

$$v = V\frac{r}{R}.$$

Il est actuellement inutile d'insister sur ces rapprochements ([1]), mais ils mettent en relief la constante que je présente aux sismologistes, savoir le temps $T_1 = 17^{\text{min}} \pm 1^{\text{min}}$ que mettent les ondes sismiques longitudinales

---

([1]) Rappelons cependant que très souvent les régions d'activité solaire, taches ou protubérances, se montrent à peu près simultanément aux deux extrémités d'un même diamètre, ainsi que cela se produit pour les sismes. Il serait curieux que ce qui se passe dans un tremblement de terre vînt nous éclairer sur les phénomènes qui se produisent dans le Soleil.

à traverser la Terre. Il sera bon de la déterminer aussi exactement que possible, même si, contrairement à ce que je cherche à faire entrevoir, elle ne devait pas s'étendre à un domaine plus vaste que celui de la Sismologie.

M. J. Carlier adresse une Note *Sur un transformateur automatique de vitesses*.

(Renvoi à l'examen de M. Léauté.)

La séance est levée à 4 heures.

G. D.